

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

EDIFICI MULTIPIANO SISMORESISTENTI IN LEGNO LAMELLARE

Abstract del Programma di Ricerca

Il legno è un materiale naturale caratterizzato da elevata resistenza per unità di peso che lo rende particolarmente idoneo per strutture sismoresistenti. Inoltre, inglobando anidride carbonica, il legno consente di ridurre significativamente le emissioni nell'atmosfera, rendendolo di fatto un ottimo materiale per l'edilizia sostenibile. Nonostante questi vantaggi, il legno è stato usato solo di rado per la costruzione di edifici multipiano antisismici nel nostro paese. Recentemente, progetti di ricerca intrapresi in Trentino (Progetto Sofie) e Nuova Zelanda hanno dimostrato l'ottimo comportamento antisismico, rispettivamente, degli edifici residenziali in legno lamellare incrociato e degli edifici non residenziali in microlamellare (LVL).

Il presente programma di ricerca si propone di investigare l'utilizzo del legno, in particolare del legno lamellare incollato, negli edifici multipiano in zona sismica. Grande importanza verrà data allo sviluppo di un sistema ad elevata prefabbricazione, dove l'edificio possa essere costruito assemblando componenti prefabbricati in officina, come pannelli di solai, pareti, travi e colonne, in modo da ridurre i costi e migliorare la qualità.

Saranno investigati sistemi di controvento a telaio e a pareti piene in lamellare, nonché la possibilità di utilizzo di sistemi moderni di protezione sismica quali dissipatori di energia, smorzatori, e isolatori. I collegamenti tra i diversi elementi strutturali saranno studiati in modo da risultare relativamente economici e di rapido montaggio. Inoltre, sarà investigata la possibilità di utilizzo di controventi in acciaio e di setti pieni in cemento armato nell'edificio a struttura in legno.

La ricerca inizierà a livello numerico utilizzando codici di calcolo generali tipo SAP 2000 e ABAQUS per investigare il comportamento strutturale delle diverse soluzioni sviluppate in coordinamento con l'industria. Una volta identificate le soluzioni più promettenti, saranno eseguite prove su connessioni e subcomponenti al fine di caratterizzarne il comportamento in condizioni sismiche all'interno del programma di calcolo. Saranno quindi eseguite analisi globali sull'intero edificio per valutarne le prestazioni strutturali in termini di richiesta di duttilità ai diversi elementi di controvento e spostamenti di interpiano. Lo sviluppo di metodi semplificati di progetto con l'individuazione dei fattori di struttura da assumere nel calcolo concluderà la ricerca.

Parole chiave

Connessione; Controvento; Legno; Resistenza sismica; Telaio.

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

Fragiacomo (Cognome)	Massimo (Nome)	Professore Associato (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)	Università di Sassari (Università)	Dip. Architettura, Design e Pian. (Dipartimento)	
079-9720418 (Prefisso e telefono)	079-9720420 (Numero fax)	fragiaco@uniss.it (Indirizzo posta elettronica)	

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Massimo Fragiaco è Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni alla Facoltà di Architettura di Alghero, Università degli Studi di Sassari, a partire dal 2007. Precedentemente ha lavorato per tre anni all'Università di Canterbury, Nuova Zelanda, come Senior Lecturer dove ha insegnato Ingegneria del Legno e Basi di Progettazione Strutturale alla Facoltà di Ingegneria. È anche stato assegnista di ricerca all'Università degli Studi di Trieste per sei anni dove ha insegnato Teoria e Progetto delle Costruzioni in Acciaio. Ha speso sei mesi presso il Building Research Establishment, Inghilterra, e tre mesi presso la Colorado State University, Stati Uniti. È Dottore di Ricerca in Progetto e Conservazione di Strutture, con Laurea in Ingegneria Strutturale conseguita presso l'Università di Trieste con il punteggio di 110 e lode.

È autore di circa 140 articoli scientifici, 35 dei quali pubblicati su riviste internazionali. Le principali aree di ricerca comprendono l'ingegneria del legno, le strutture composte legno-calcestruzzo e acciaio-calcestruzzo, l'ingegneria sismica, la modellazione agli elementi finiti, la resistenza al fuoco delle strutture, e la resistenza antisismica di strutture in legno ed in acciaio. È stato coordinatore scientifico in vari progetti di ricerca nazionali ed internazionali per un valore totale di svariate centinaia di migliaia di Euro. Revisore per le più importanti riviste internazionali di settore, è stato invitato a tenere seminari e corsi di aggiornamento professionale su argomenti di ingegneria del legno da numerose istituzioni Italiane, Europee, Americane, e Neozelandesi. Fa parte del gruppo nazionale sul recepimento dell'Eurocodice 5, e del Cost Action E55 che si occupa di affidabilità delle strutture in legno. Membro del Comitato Consultivo dell'1^a Conferenza Mondiale di Ingegneria del Legno WCTE 2010 di Riva del Garda, è anche parte del Comitato Editoriale del Journal of Structural Fire Engineering.

Publicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

- Fragiaco, M., Menis, A., Moss, P., Buchanan, A., and Clemente, I. "Numerical and experimental evaluation of the temperature distribution within laminated veneer lumber (LVL) members exposed to fire." *Journal of Structural Fire Engineering*, in print.
- Lukaszewska, E., Fragiaco, M., and Johnsson, H. "Laboratory tests and numerical analyses of prefabricated timber-concrete composite floors." *Journal of Structural Engineering*, ASCE, in print.
- Smith, T., Fragiaco, M., Pampanin, S. and Buchanan, A. "Construction time and cost estimates for post-tensioned multi-storey timber buildings." *Proceedings of ICE, Construction Materials, Special Issue on Timber Structures*, in print.
- Moss, P., Buchanan, A., Fragiaco, M., and Austruy, C. "Experimental testing and analytical prediction of the behaviour of timber bolted connections subjected to fire." *Fire Technology*, published online.
- Fragiaco, M., Menis, A., Moss, P., Buchanan, A., and Clemente, I. (2009). "Comparison between the conductive model of Eurocode 5 and the temperature distribution within a timber cross-section exposed to fire." *Meeting forty-two of the Working Commission W18-Timber Structures*, CIB, International Council for Research and Innovation, Dübendorf (Switzerland), August 24-27, paper No. CIB-W18/42-16-3, 11 pp.
- Moss, P.J., Buchanan, A.H., Fragiaco, M., Lau, P.H., and Chuo, T. (2009). "Fire performance of bolted connections in laminated veneer lumber." *Fire and Materials*, Vol. 33 No. 5, pp. 223-243.

- Yeoh, D., Fragiaco, M., Buchanan, A., and Gerber, C. (2009). "A semi-prefabricated LVL-concrete composite floor system for the Australasian market." *Australian Journal of Structural Engineering, Special Issue on Timber*, Vol. 9 No. 3, pp. 225-240.
- Lukaszewska, E., Johnsson, H., and Fragiaco, M. (2008). "Performance of connections for prefabricated timber-concrete composite floors." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 41 No. 9, pp. 1533-1550.
- Buchanan, A., Deam, B., Fragiaco, M., Pampanin, S., and Palermo, A. (2008). "Multi-storey prestressed timber buildings in New Zealand." *Structural Engineering International, IABSE, Special Edition on Tall Timber Buildings*, Vol. 18 No. 2, pp. 166-173.
- Deam, B.L., Fragiaco, M., and Gross, L.S. (2008). "Experimental behavior of prestressed LVL-concrete composite beams." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 134 No. 5, pp. 801-809.
- Deam, B.L., Fragiaco, M., and Buchanan, A.H. (2008). "Connections for composite concrete slab and LVL flooring systems." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 41 No. 3, pp. 495-507.
- Balogh, J., Fragiaco, M., Gutkowski, R. M., and Fast, R.S. (2008). "Influence of repeated and sustained loading on the performance of layered wood-concrete composite beams." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 134 No. 3, pp. 430-439.
- Fragiaco, M., Amadio, C., and Macorini, L. (2007). "Short- and long-term performance of the "Tecnaria" stud connector for timber-concrete composite beams." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 40 No. 10, pp. 1013-1026.
- Fragiaco, M., Gutkowski, R.M., Balogh, J., and Fast, R.S. (2007). "Long-term behavior of wood-concrete composite floor/deck systems with shear key connection detail." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 133 No. 9, pp. 1307-1315.
- Ceccotti, A., Fragiaco, M., and Giordano, S. (2007). "Long-term and collapse tests on a timber-concrete composite beam with glued-in connection." *Materials and Structures, RILEM, Special Issue "Research for Reliable Timber Structures"*, Vol. 40 No. 1, pp. 15-25.
- Fragiaco, M., and Ceccotti, A. (2006). "Long-term behavior of timber-concrete composite beams. I: Finite element modeling and validation." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 132 No. 1, pp. 13-22.
- Fragiaco, M. (2006). "Long-term behavior of timber-concrete composite beams. II: Numerical analysis and simplified evaluation." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 132 No. 1, pp. 23-33.
- Fragiaco, M. (2005). "A finite element model for long-term analysis of timber-concrete composite beams." *Structural Engineering & Mechanics*, Vol. 20 No. 2, pp. 173-189.
- Moss, P., Fragiaco, M., Austruy, C., and Buchanan, A. (2008). "On the design of timber bolted connections subjected to fire." In K.H. Tan, V.K.R. Kodur and T.H. Tan (eds.), *5th International Conference on Structures in Fire*, Singapore, 28-30 May, pp. 632-643.
- Moss, P.J., Buchanan, A.H., and Fragiaco, M. (2008). "Predicting the behaviour of timber connections subjected to fire." In T. Aravinthan, W. Karunasena and H. Wang (eds.), *20th Australasian Conference on the Mechanics of Structures & Materials*, Toowoomba, Queensland (Australia), 2-5 Dec., pp. 857-863.

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

1) Ceccotti (Cognome)	Ario (Nome)	Direttore IVALSA CNR (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		0461 660251 (Prefisso e telefono)	ceccotti@ivalsa.cnr.it (Indirizzo posta elettronica)
2) De Nicolo (Cognome)	Barbara (Nome)	Professore Associato Università di Cagliari (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		070 6755427 (Prefisso e telefono)	lorigafalc@tiscali.it (Indirizzo posta elettronica)
3) Concu (Cognome)	Giovanna (Nome)	Ricercatrice Università di Cagliari (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		070 6755415 (Prefisso e telefono)	gconcu@unica.it (Indirizzo posta elettronica)

Obiettivi del Programma di Ricerca

Il programma di ricerca si propone l'obiettivo di massimizzare l'uso di legno, in particolare legno lamellare incollato, come componente strutturale degli edifici multipiano. Tale obiettivo sarà conseguito attraverso i seguenti sub-obiettivi:

- Selezionare delle possibili soluzioni strutturali per edifici multipiano, residenziali e non. Tale fase sarà svolta in stretto coordinamento con le imprese interessate. In particolare, saranno selezionate soluzioni strutturali per la resistenza alle azioni orizzontali e verticali, in legno ma anche con parti in calcestruzzo e acciaio, investigando anche l'impiego di apparecchi innovativi quali dissipatori di energia, smorzatori e isolatori. Grande attenzione sarà data allo sviluppo di soluzioni ad alta prefabbricazione. La scelta sarà fatta sulla base della prestazione strutturale, stimata eseguendo analisi numeriche preliminari, della facilità di montaggio, e del costo.
- Esecuzione di prove sperimentali sulle connessioni e subcomponenti (pannelli, nodi trave-colonna, ecc.) ritenuti più promettenti, al fine di caratterizzare il comportamento strutturale in condizioni monotone e cicliche (sismiche). Le prove saranno mirate all'ottenimento dei valori medi e caratteristici delle resistenze, rigidezze, e fattori di duttilità, ai fini del loro utilizzo in modelli numerici e formule analitiche di progetto.
- Esecuzione di analisi strutturali sull'intero edificio implementando i legami ottenuti dalle prove sperimentali in programmi numerici di largo utilizzo quali SAP 2000 e ABAQUS al fine di prevedere il comportamento sismico. Lo scopo sarà quello di dimostrare l'efficacia di comportamento dell'edificio sottoposto a sisma ed investigare le domande di duttilità e di spostamento di interpiano, nonché eventuali problemi di compatibilità struttura-tamponamenti.
- Sviluppo di formule semplificate e tabelle di progetto per i sistemi (connessioni, telai a nodi rigidi, pareti, ecc.) messi a punto nel corso del programma di ricerca, con particolare riguardo all'individuazione dei fattori di struttura da utilizzare nel calcolo.